

**①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES  
PATENTAMT**

**Patentschrift**  
**DE 196 25 520 C 1**

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**B 23 F 19/05**  
 B 23 F 5/04  
 B 24 B 53/075

(21)	Aktenzeichen:	196 25 520.1-14
(22)	Anmeldetag:	26. 8. 98
(43)	Offenlegungstag:	—
(46)	Veröffentlichungstag der Patenterteilung:	12. 8. 97

**DE 196.25.520 C 1**

**Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden**

**(73) Patentinhaber:**  
**Reishauer AG, Wallisellen, CH**

**74) Vertreter:**  
K.-G. Buse und Kollegen, 42275 Wuppertal

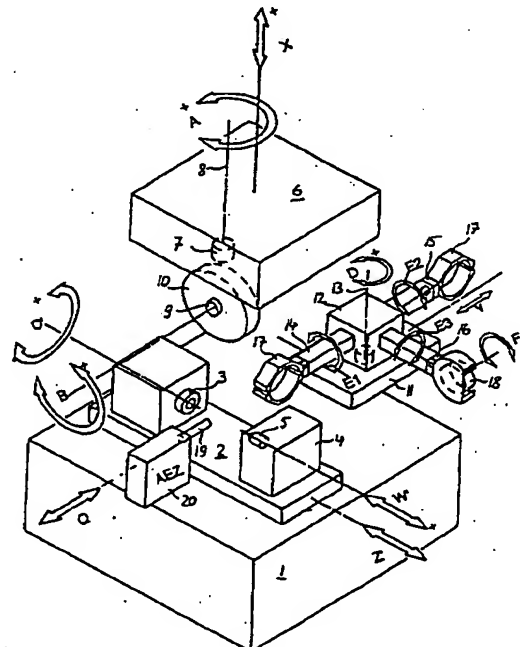
**(72) Erfinder:**  
**Stollberg, Horst, 79787 Lauchringen, DE**

**⑤⑥ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht gezogene Druckschriften:**

DE 37 07 664 C1  
DE 31 50 961 A1

**(54) Verfahren und Vorrichtung zum Feinbearbeiten von Stirnzahnrädern**

(57) Die Vorrichtung hat eine Werkstückspindel (3), welche parallel zur Spindelachse (C') verschiebbar ist. Auf ihr ist nebst dem Werkstückzahnrad mindestens ein Abriechtahnrad aufgespannt, auf welchem die globoidartige Schleifschnecke (10) periodisch abgerichtet wird. Auf einem Werkstückwechsler (12) ist auf einem zusätzlichen Arm (16) ein Honzahnrad (17) drehbar gelagert, mit welchem das Werkstückzahnrad nach dem Schleifen gehont wird. Das Honzahnrad (18) wird auf dem gleichen oder einem zweiten Abriechtahnrad abgerichtet. Die Vorrichtung ermöglicht ein rationelles Feinbearbeiten von Zahnrädern.



**DE 196 25 520 C 1**

Aus der DE 31 50 961 A1 ist ein Verfahren und eine Vorrichtung gemäß Oberbegriff der Ansprüche 1 und 2 bekannt. Eine Werkstückspindelachse kreuzt eine Werkzeugspindelachse unter einem Achskreuzungswinkel kleiner 90°. Die globoidartige Schleifschnecke greift beim Schleifen gleichzeitig über die ganze Breite des Werkstück-Zahnrades ein. Beim Schleifen wird bei synchroner Drehung vom Werkzeug und Werkstück zunächst auf den Soll-Achsabstand zugestellt. Anschließend wird der synchronen Drehbewegung des Werkstücks eine positive und anschließend eine negative Zusatzdrehbewegung überlagert. Auf der Werkstückspindel ist zusätzlich zum Werkstück ein mit diesem in der Form identisches, jedoch mit Hartstoffkörnern beschichtetes Abrichtzahnrad aufgespannt. Mittels dieses Abrichtzahnrades wird die Schleifschnecke periodisch abgerichtet. Da beim Schleifen nach dem obigen Verfahren die Schleifspuren wegen des großen Achskreuzungswinkels im wesentlichen in Flankenrichtung verlaufen, ist es bekannt, die auf der obigen Vorrichtung geschliffenen Zahnräder anschließend zur Verbesserung des Geräuschverhaltens auf separaten Honmaschinen, üblicherweise mit innenverzahnten Honrädern, zu honen.

Aus der DE 37 07 664 C1 ist ein Wälzschleifverfahren bekannt, bei dem mit einer zylindrischen Schleifschnecke geschliffen wird. Während des Schleifens wird die Schleifschnecke axial und zugleich tangential und geringfügig radial zum Werkstück verschoben. Damit kann ein balliger Schliff erzielt werden. Auf der Werkzeugspindel ist zudem eine koaxiale Polierschnecke mit gleicher Steigung und gleichem Durchmesser aufgespannt. Mit dieser wird das fertig geschliffene Werkstück anschließend in der gleichen Aufspannung poliert.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung der eingangs genannten Art anzugeben, welche eine rationellere Feinbearbeitung von Zahnradern ermöglichen. Diese Aufgabe wird durch die kennzeichnenden Merkmale der Ansprüche 1 und 2 gelöst.

Nachfolgend wird ein Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand der Zeichnungen erläutert. Darin zeigt:

Fig. 1 Eine perspektivische Ansicht einer erfindungsgemäßen Vorrichtung, und

Fig. 2 eine Seitenansicht der Werkstückspindel mit aufgespanntem Werkstück und einer Schleifscheibe.

In Fig. 1 ist eine erfindungsgemäße Schleif- und Honvorrichtung perspektivisch dargestellt. Auf einem Maschinenbett 1 ist ein Werkstückschlitten 2 mit einer Werkstückspindel 3 (Achse C') und einem Reitstock 4 mit einer Reitstockspitze 5 horizontal verschiebbar (Achse Z') angeordnet. Der Reitstock 4 ist auf dem Schlitten 2 in derselben Richtung verschiebbar (Achse W'). Ein Werkzeugschlitten 6 ist senkrecht zur Achse Z', im dargestellten Beispiel vertikal, verschiebbar (Achse X). Auf dem Schlitten 6 ist ein Werkzeugträger 7 um eine zur Achse X parallele Schwenkachse 8 schwenkbar (Achse A). Auf der Schleifspindel 9 (Achse B) ist die globoidartige Schleifschnecke 10 aufgespannt. Ein Werkstück-Wechselschlitten 11 ist senkrecht zur Achse Z, im dargestellten Beispiel horizontal, verschiebbar (Achse V). Er trägt einen Schwenkkopf 12, der um eine zur Achse V senkrechte, nämlich vertikale Schwenkachse 13 drehbar ist (Achse D). Vom Kopf 12 stehen drei Arme 14, 15, 16 radial zur Schwenkachse 13 ab, die um ihre Längsachsen schwenkbar sind (Achsen E1, E2, E3).

Die einander gegenüber liegenden Arme 14, 15 tragen an ihren freien Enden Greifer 17 zum Auswechseln der Werkstücke auf der Spindel 3. Am freien Ende des mittleren Arms 16 ist ein Honrad 18 um eine zur Schwenkachse des Arms 16 senkrechte Achse drehbar gelagert (Achse F). Die Spindel des Honrades 18 ist mit einem auch als Bremse einsetzbaren Antriebsmotor verbunden, um das Honrad 18 vor der Zustellung mit dem Werkstückrad zu synchronisieren und beim Honen auf das Honrad 18 ein einstellbares Drehmoment um die Achse F in beiden Richtungen auszuüben. Die Vorrichtung weist zusätzlich einen Fühler 19 auf einem radial zur C'-Achse zustellbaren Schlitten 20 auf (Achse Q). Mittels dieses Fühlers 19 wird vor Beginn der radialen Zustellung der Schleifschnecke 10 der relative Drehwinkel der mit der Schleifschnecke 20 synchron umlaufenden Werkstückspindel 3 derart eingestellt, daß der Zahn der Schleifschnecke 10 in der Mitte der Zahnücken des Werkstücks bzw. eines der Abrichtzahnäder ist. Sämtliche Achsen C', B, Z', W', X' A, V, D, E1, E2, E3, Q, F, sind mit entsprechenden Antrieben verbunden und von einem nicht dargestellten NC-Steuerung gesteuert.

In Fig. 2 ist ein Ausschnitt der Vorrichtung beim Bearbeiten eines Stürnzahnades 26 dargestellt. Nebst dem Werkstück 26 sind auf der Werkstückspindel 3 zwei Abrichtzahnäder 27, 28 axial versetzt aufgespannt. Deren Flankengeometrie ist mit der Geometrie der Flanken des zu schleifenden Zahnades 26 identisch. Sie sind mit Hartstoffkörnern, z. B. Körnern aus kubischem Bornitrid oder Diamant beschichtet. Das eine Abrichtad 28 dient zum Vorprofilieren (Schruppen) der Schleifschnecken, das andere Abrichtad 27 zum Feinprofilieren (Schlichten). Zum Abrichten der Schleifschnecke wird der Schlitten 2 zunächst in die Position verschoben in welche die Schleifschnecke 10 oder der Schleifschnecken-Rohling (eine zylindrische Schleifscheibe) zum Eingriff mit dem Abrichtad 28 gelangt. Die Schleifschnecke 10 bzw. der Rohling wird mit dem Abrichtad 28 grob profiliert, indem zunächst der Schlitten 6 auf den Soll-Achsabstand eingefahren wird und anschließend der synchronen Drehbewegung zwischen Schnecke 10 und Abrichtad 28 eine kleine Relativ-Drehbewegung, zuerst in der einen, dann in der anderen Richtung überlagert wird. Anschließend wird die Z' Position des Schlittens 2 für den Eingriff der Schleifschnecke 10 ins Abrichtad 27 verschoben und die Schleifschnecke 10 fertig abgerichtet. Durch diese Ausbildung wird erreicht, daß das Schlichtad 27 sehr viel weniger verschleißt als beim herkömmlichen Abrichten mit nur einem Abrichtad. Dadurch kann die Abrichtgenauigkeit wesentlich gesteigert und der Verschleiß der teuren Abrichtwerkzeuge, insbesondere des für die Bearbeitungsgenauigkeit maßgebenden Schlichtrades 27, minimiert werden.

Die beiden Abricht- bzw. Profilierzahnäder 27, 28, können unterschiedliches Schneidverhalten aufweisen, z. B. unterschiedlich grobe Körnung der Hartstoffkörner oder unterschiedliche Materialien (z. B. CBN und Diamant) aufweisen.

Anschließend an das Abrichten wird der Schlitten 2 zum Eingriff der Schleifschnecke 10 in das Werkstückrad 26 verschoben und dessen Flanken in der nach der DE-PS 31 50 961 bekannten Weise geschliffen. Nun wird der Schlitten 6 hochgefahren und der Kopf 12 um 90° gedreht und der Schlitten 11 zugestellt. Das Honrad 18 greift in die Werkstückzahnücken ein. Im Gegensatz zu den üblichen innenverzahnten Honrädern ist das Honrad 18 außenverzahnt. Beim Honen wird das Hon-

rad 18 über eine vorgegebene Zeit mit einem einstellbaren Drehmoment gebremst und angetrieben, um beide Flanken zu bearbeiten. Alternativ kann das Honrad auch mit Zweiflankenberührung eingesetzt werden, wobei es beim Honvorgang frei drehbar ist. Dadurch, daß das Honen in derselben Aufspannung und auf derselben Maschine erfolgt wie das Schleifen, wird eine rationelle Feinbearbeitung erreicht. Auch das Honrad 18 wird mit denselben Abrichtzahnradern 27, 28 in derselben Aufspannung abgerichtet. Dies ermöglicht den rationellen Einsatz dieser Abrichtzahnradern.

Abweichend von der beschriebenen Ausführungsform kann das Abrichtzahnrad 27 auch ausschließlich zum Abrichten der Schleifschnecke 10 und das andere Rad 28 ausschließlich zum Abrichten des Honrades 18 eingesetzt werden. Diese Variante hat den Vorteil, daß die Beschichtung der Räder 27, 28 optimal für den jeweiligen Zweck ausgelegt sein kann. In diesem Fall können die beiden Räder auch unterschiedliche Zahngeometrien haben, z. B. Zahnhöhe und/oder Zahndicke und usw. Die Vorteile beider Varianten können kombiniert werden, wenn zusätzlich zu den beiden Rädern 27, 28 ein drittes Schrupp- Abrichtzahnrad auf der Werkstückspindel 3 aufgespannt wird.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zum Feinbearbeiten eines auf einer Werkstückspindel (3) aufgespannten Stirnzahnrades (26) im kontinuierlichen Wälzschleifverfahren mit einer globoidähnlichen Schleifschnecke (10) welche das Werkstück- Zahnrad (26) während der Bearbeitung über die ganze Breite gleichzeitig bearbeitet, wobei die Schleifschnecke (10) radial relativ zum Werkstückrad (26) zugestellt wird, wobei koaxial zum Werkstück (26) ein erstes Abrichtzahnrad (27) auf der Werkstückspindel (3) aufgespannt wird, auf welchem die Schleifschnecke (10) periodisch abgerichtet bzw. vorgängig profiliert wird, dadurch gekennzeichnet, daß nach dem Schleifen des Werkstücks (26) die Schleifschnecke (10) außer Eingriff mit dem Werkstück (26) gebracht und in der gleichen Aufspannung ein Honzahnrad (18) mit dem Werkstück (26) in Eingriff gebracht wird, und daß das Honzahnrad (18) mit demselben oder einem zweiten, auf der Werkstückspindel (3) koaxial aufgespannten Abrichtzahnrad (27, 28) abgerichtet wird.

2. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1, umfassend eine um eine erste Achse (C') drehbar gelagerte Werkstückspindel (3) zum Einspannen eines Werkstücks (26) mit einem ersten Antrieb, sowie eine um eine zweite Achse (B) drehbare, radial zur ersten Achse (C') zustellbare und um eine zur ersten Achse (C') senkrechte dritte Achse (A) schwenkbare Schleifspindel (9) zum Einspannen einer Schleifschnecke (10) mit einem zweiten Antrieb, der mit dem ersten Antrieb synchronisiert ist, wobei im Betrieb auf der Werkstückspindel (3) nebst dem Werkstück (26) ein erstes Abrichtzahnrad (27) koaxial aufgespannt ist, und wobei die Werkstückspindel (3) in Richtung der ersten Achse (C') relativ zur Schleifschnecke (10) in zwei Stellungen verschiebbar ist, in welchen die Schleifschnecke (10) wahlweise mit dem Werkstück (26) oder mit dem ersten Abrichtzahnrad (27) kämmt, dadurch gekennzeichnet, daß im Winkel um die erste Achse (C') versetzt ein radial zur ersten

sten Achse (C') zustellbares, außenverzahntes, drehbar gelagertes Honzahnrad (18) angeordnet ist, welches ebenfalls mit dem ersten Abrichtzahnrad (17) oder einem zweiten, koaxial auf der Werkstückspindel (3) aufgespannten Abrichtzahnrad (28) abrichtbar ist.

3. Vorrichtung nach Anspruch 2, wobei das Honzahnrad (18) auf einem Arm (16) eines Werkzeugwechslers (12) angeordnet ist, der auf einem radial zustellbaren Schlitten (11) um eine vierte Achse (D) schwenkbar ist.

4. Vorrichtung nach Anspruch 3, wobei der Arm (16) um eine zur vierten Achse (D) senkrechte fünfte Achse (E3) schwenkbar ist.

5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 4, wobei auf der Werkstückspindel (3) mindestens zwei Abrichtzahnradern (27, 28) aufgespannt sind und die Schleifschnecke (10) und das Honzahnrad (18) wahlweise mit dem ersten oder dem zweiten Abrichtzahnrad (27, 28) in Eingriff bringbar sind.

6. Vorrichtung nach Anspruch 5, wobei die beiden Abrichtzahnradern (27, 28) unterschiedliche Schneidverhalten aufweisen.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

THIS PAGE BLANK (USPTO)

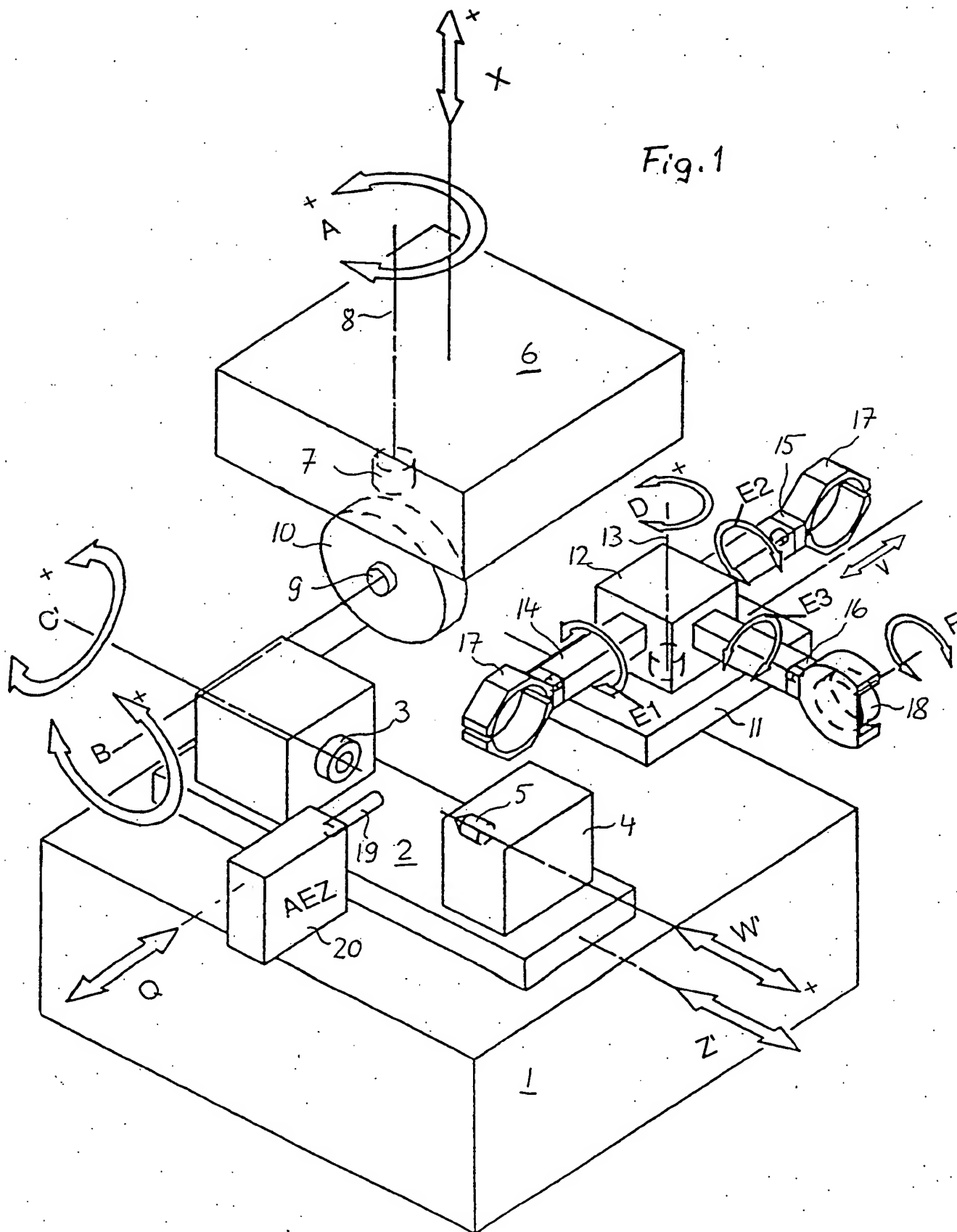


Fig. 2

